




## Motor vehicle braking system monitoring method

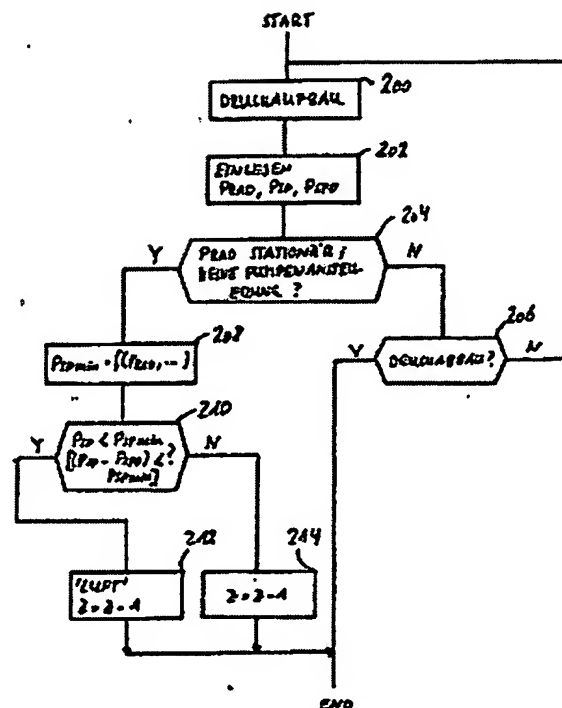
**Patent number:** DE19603863  
**Publication date:** 1997-08-07  
**Inventor:** BINDER JUERGEN DIPL ING [DE]  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT [DE]  
**Classification:**  
 - international: B60T17/22; G01L5/28  
 - european: B60T17/22; G01L5/28  
**Application number:** DE19961003863 19960203  
**Priority number(s):** DE19961003863 19960203

Also published as:

 US5908983 (A1)  
 JP9216556 (A)  
 FR2745253 (A1)

### Abstract of DE19603863

The method involves building up or lowering the pressure in at least one of the wheel brake wheels using electrical control. Certain thresholds are monitored which are related to parameters characteristic of a pressure built up for monitoring purposes in at least one operating state. The characteristic parameters are the signals from a brake pedal switch, the pressure in the main brake cylinder and a signal characterising the brake pedal displacement. Undissolved gas in the brake fluid is detected when an extension of the brake pedal displacement occurs at a certain main cylinder pressure.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①② **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 196 03 863 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 T 17/22**  
G 01 L 5/28

②① Aktenzeichen: 196 03 863.4  
②② Anmeldetag: 3. 2. 96  
④③ Offenlegungstag: 7. 8. 97

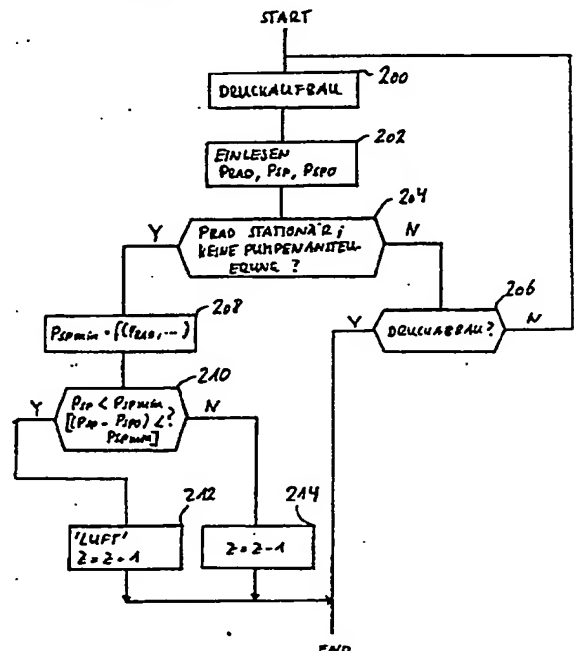
DE 196 03 863 A 1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Binder, Juergen, Dipl.-Ing. (FH), 70599 Stuttgart, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Überprüfung der Bremsanlage eines Fahrzeugs

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überprüfung der Bremsanlage eines Fahrzeugs vorgeschlagen, bei welcher zur Erkennung ungelösten Gases im Bremssystem wenigstens eine charakteristische Größe für den Druckaufbau wie Hauptbremszylinderdruck, Bremspedalweg, Speicherdruckabfall etc. auf einen vorgegebenen Grenzwert hin überprüft wird und bei Überschreiten dieses Grenzwerts von einer unzulässig großen Menge ungelösten Gases im hydraulischen Teil des Bremssystems ausgegangen wird.



DE 196 03 863 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überprüfung der Bremsanlage eines Fahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Aus der DE-A 41 12 137 ist eine Bremsanlage für ein Fahrzeug bekannt, bei welcher der Bremsdruck in den Radbremsen des Fahrzeugs abhängig von dem aus der Bremspedalbetätigung durch den Fahrer abgeleiteten Bremswunsch durch Ansteuern einer Ventilanordnung eingestellt wird. Bei einer derartigen elektrischen Bremsanlage ist ferner vorgesehen, bei Ausfall der elektrischen Steuerung eine herkömmliche hydraulische Steuerung der Radbremsen abhängig von der Bremspedalbetätigung zu aktivieren. Bei Ausfall der elektrischen Steuerung kann der Fahrer das Fahrzeug also durch Betätigen des Bremspedals verzögern und zum Stillstand bringen. Dabei muß er über das Pedal und den Bremszylinder der hydraulischen Bremsanlage den nötigen Bremsdruck in den Radbremsen aufbringen. Um die Betriebssicherheit dieses elektrohydraulischen Bremssystems sicherzustellen, muß eine Überprüfung dieses Notlaufsystems auch während des Normalbetriebes durchgeführt werden, da ein Versagen dieses Notlaufsystems bei Ausfall der elektrischen Steuerung zum Versagen der gesamten Bremsanlage führen kann. Besonders problematisch ist in diesem Zusammenhang, wenn sich eine unzulässig große Menge von ungelöstem Gas in der Bremsflüssigkeit des geschlossenen Notlaufbremskreises befindet.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen zur Überprüfung einer Bremsanlage eines Fahrzeugs anzugeben, mit deren Hilfe ein Notlaufbremssystem einer elektrohydraulischen Bremse insbesondere mit Hinblick auf ungelöstes Gas im Hydraulikkreis überprüft werden kann.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung gewährleistet die Betriebssicherheit eines elektrohydraulischen Bremssystems mit hydraulischem Notlaufbremssystem. Besonders vorteilhaft ist, daß diese Überprüfung bereits bei Normalbetrieb der Bremsanlage stattfinden kann.

Dabei wird in vorteilhafter Weise eine unzulässige Menge ungelösten Gases in der Bremsflüssigkeit des Bremssystems erkannt.

Durch die erfindungsgemäße Lösung können sehr geringe Gasmengen detektiert werden.

Besonders vorteilhaft in diesem Zusammenhang ist, daß der zur Gaserkennung durchzuführende Test innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne durchführbar ist.

Besonders vorteilhaft ist, daß durch die erfindungsgemäße Lösung die Menge bzw. das Volumen des Gasgehalts in der Bremsflüssigkeit bestimmt werden kann.

In vorteilhafter Weise ist zur Durchführung der Überwachung keine zusätzliche Sensorik notwendig. Die Überwachung basiert allein auf Signalen von bereits vorhandenen Sensoren.

Besonders vorteilhaft ist ferner, daß die Gaserkennung durch gezielte Druckänderung in einzelnen Radbremsen durchgeführt werden kann und auf diese Weise

unterschiedliche Bremsleitungsbereiche unabhängig voneinander auf unzulässige Gasmengen untersucht werden können.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer elektrohydraulischen Bremsanlage, in der die im Rahmen eines ersten Ausführungsbeispiels anhand der Diagramme nach Fig. 2a und 2b eines zweiten Ausführungsbeispiels nach den Fig. 3 und 4 dargestellten erfindungsgemäßen Lösung angewendet wird. In Fig. 5 schließlich wird die zweite Ausführung der erfindungsgemäßen Lösung anhand von Zeitdiagrammen dargestellt.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer elektrohydraulischen Bremsanlage eines Fahrzeugs. Dabei ist mit 10 eine elektronische Steuereinheit dargestellt, welche eine mit entsprechenden Ventilanordnungen versehene hydraulische Bremsanlage 12 steuert. Dazu werden der elektronischen Steuereinheit 10 Eingangsleitungen 14 bis 16 von Meßeinrichtungen 18 bis 20 zur Erfassung der in den Radbremsen aufgebauten Bremsdrücke, -momente oder -kräfte, eine Eingangsleitung 22 von wenigstens einer Meßeinrichtung 24 zur Erfassung des Ausmaßes der Bremspedalbetätigung sowie Eingangsleitungen 26 bis 28 von Meßeinrichtungen 30 bis 32 zur Erfassung weiterer Betriebsgrößen der Bremsanlage bzw. des Fahrzeugs wie Radgeschwindigkeiten, Fahrzeuggeschwindigkeit, etc. zugeführt. Bei der Meßeinrichtung 24 handelt es sich im bevorzugten Ausführungsbeispiel um einen hydraulischen Hauptbremszylinder, in dessen Bereich der durch Betätigen des Bremspedals beeinflusste Druck erfaßt und eine entsprechende Größe über eine Leitung 64 zur Steuereinheit 10 geführt wird. Ferner umfaßt die Meßeinrichtung 24 wenigstens einen Stellungsgeber, welcher die Stellung des Bremspedals erfaßt und eine entsprechende Größe über die Leitung 22 an die Steuereinheit 10 übermittelt. Ferner ist ein Bremslichtschalter Bestandteil der Meßeinrichtung 24. Der Status dieses Schaltelements wird über eine Leitung 66 zur Steuereinheit 10 überführt.

Über Ausgangsleitungen steuert die elektronische Steuereinheit 10 die elektrisch betätigbaren Ventile der hydraulischen Bremsanlage 12 an. Aus Übersichtlichkeitsgründen sind dabei lediglich die Ausgangsleitungen 34 und 36 dargestellt, die ein einer Radbremse zugeordnetes Druckabbauventil 38 und Druckaufbauventil 40 ansteuern.

Das Druckabbauventil 38, das im bevorzugten Ausführungsbeispiel im nicht angesteuerten Zustand sich in Sperrstellung befindet, in angesteuertem Zustand geöffnet ist, ist in eine strichliert dargestellte Hydraulikleitung 42 eingefügt, welche von einem Vorratsbehälter 44 zum Bremszylinder 46 eines Rades 48 führt. Entsprechend ist das Druckaufbauventil 40, welches im bevorzugten Ausführungsbeispiel ebenfalls im nicht angesteuerten Zustand in Sperrstellung, im angesteuerten Zustand geöffnet ist, in eine Hydraulikleitung 50 eingefügt, welche von einer druckerzeugenden Pumpe 52 zur

Radbremse 46 führt. Saugseitig ist die Pumpe 52 über eine Hydraulikleitung 54 mit einem Vorratsbehälter 56, der mit dem Vorratsbehälter 44 identisch sein kann, verbunden. An die Hydraulikleitung 50 ist ein Hochdruckdruckmittelspeicher 58 angeschlossen. Zur Erfassung des Drucks im Speicher 58 ist mit der Leitung 50, dem Speicher 58 bzw. der Leitung im Bereich des Speichers 58 ein Drucksensor 70 verbunden, der ein entsprechendes Drucksignal über eine Leitung 72 zur elektronischen Steuereinheit 10 führt.

Ferner kann der Druck in den Radbremszylindern 46 direkt vom Fahrer durch Betätigen des Fahrpedals über die Hydraulikleitung 60, die einerseits mit der Radbremse 46, andererseits mit dem nicht dargestellten Hauptbremszylinder verbunden ist, beeinflusst werden. Diese Verbindung ist nur im Fehlerfall des elektrischen Systems aktiv, was in Fig. 1 durch ein Schaltelement 62 symbolisiert ist.

Ferner ist ein Pedalwegsimulator 74 vorgesehen, der im bevorzugten Ausführungsbeispiel über die hydraulische Verbindung 76 an die vom Hauptbremszylinder ausgehende Hydraulikleitung 60 oder im Bereich des Hauptbremszylinders an ein von der Bremspedalbetätigung beeinflussbares Druckvolumen angeschlossen ist. Der Pedalwegsimulator dient dazu, daß im elektrisch gesteuerten Betrieb der Bremsanlage das Betätigungsverhalten des Bremspedals für den Fahrer dem einer herkömmlichen, rein hydraulischen Bremsanlage entspricht.

Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde in Fig. 1 der hydraulische Teil der Bremsanlage für nur eine Radbremse dargestellt. Entsprechende Anordnungen gibt es zumindest für die Radbremsen derselben Achse bzw. für alle Radbremsen des Fahrzeugs.

Im Normalbetrieb erfaßt die elektronische Steuereinheit 10 aus dem Betätigungsgrad des Bremspedals, der über die Leitung 22 und/oder 64 zugeführt wird, den Bremswunsch des Fahrers. Dieser wird in einen Sollwert für den an den einzelnen Radbremsen einzustellenden Bremsdruck umgesetzt. Im Rahmen eines Druckregelkreises wird dieser Druck unter Berücksichtigung des gemessenen Drucks durch Ansteuern der Ventile 38 und 40 eingestellt. Beim Druckaufbau fließt dabei Druckmittel über die Leitung 50 durch das geöffnete Druckaufbauventil 40 in die Radbremse 46 aus dem Vorratsbehälter über die Pumpe 52 und/oder aus dem Speicher 58. Beim Druckabbau wird das Druckaufbauventil 40 geschlossen, das Druckabbauventil 38 geöffnet, so daß Druckmittel in den Vorratsbehälter über die Leitung 42 zurückfließt. Ferner umfaßt die elektronische Steuereinheit 10 einen Antiblockier- und/oder Antriebschlupfregler, die unter Beobachtung der Radgeschwindigkeiten bei Blockier- bzw. Durchdrehneigung an wenigstens einem Rad Druck in der entsprechenden Radbremse ab- bzw. aufbauen.

Neben der Regelung des Drucks in den Radbremsen wird in anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen der Bremswunsch des Fahrers durch Regelung des Bremsmoments, der Bremskraft, der Radgeschwindigkeit, des Radschlupfes, etc. realisiert.

Bei Ausfall der elektronischen Steuerung, beispielsweise bei Versorgungsspannungsverlust, bei Störungen in der elektronischen Steuereinheit 10, etc. wird das hydraulische Notlaufbremsssystem aktiviert, so daß der Fahrer das Fahrzeug über direkte Beeinflussung der Radbremsen abbremsen kann. Ist eine unzulässig große Menge ungelösten Gases im hydraulischen Notlaufbremskreis, so kann der Fahrer bei Ausfall des elektro-

nischen Steuersystems über die Fußkraft nicht genügend Bremskraft in den Radbremsen aufbauen. Ungewollte Betriebssituationen können die Folge sein. Dabei kann die Bremswirkung beeinträchtigt werden durch ungelöstes Gas zwischen Hauptbremszylinder und Pedalwegsimulator und/oder durch ungelöste Gasmengen im Bereich des Speichers, der Ventilanordnungen, der Radbremsen und/oder der Bremsleitungen dieser Bereiche.

Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, im Rahmen einer Überwachung das möglicherweise vorhandene, ungelöste Gas in der Hydraulikflüssigkeit der Bremsanlage rechtzeitig zu erkennen.

Befindet sich Gas im Bereich zwischen dem Hauptbremszylinder 24, dem Pedalwegsimulator 74 und dem die Bremsleitung 60 unterbrechenden Schaltelement 62, so kann das dort befindliche ungelöste Gas die Bremswirkung bei Ausfall des elektrischen Steuersystems stark beeinträchtigen. Erfindungsgemäß wird daher in diesem Bereich im Normalbetrieb der Bremsanlage, das heißt bei funktionstüchtiger elektrischer Steuerung, mit Hilfe der drei Informationen bezüglich der Bremspedalstellung Bremslichtschalter, Hauptbremszylinderdruck und Pedalweg die Charakteristik des Pedalverhaltens überwacht. Durch Plausibilitätsprüfungen dieser drei Informationen wird aus einer Verlängerung des Pedalwegs bei einem bestimmten Hauptbremszylinderdruck ungelöstes Gas in diesem Bereich der Bremsanlage erkannt. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für diese Lösung ist in Fig. 2a dargestellt.

Ferner kann die Bremswirkung im Notfall durch ungelöste Gasmengen im Bereich der Bremsleitungen, der Ventilanordnung, der Speicherkammer, etc. beeinträchtigt werden. Um eine derartige Beeinträchtigung der Bremswirkung zu erkennen, werden zwei vorteilhafte Lösungswege vorgeschlagen.

Zum einen wird bei jeder Bremsung im Normalbetrieb, das heißt unter elektrischer Steuerung, wenn die Pumpe 52 zum Bremsdruckaufbau nicht benötigt wird, bei einem bestimmten Bremsdruck im stationären Fall der maximal zulässige Speicherdruckabfall errechnet. Dieser Wert ist eine Funktion der Temperatur, der Speicherentladekennlinie und den Druck-Volumen-Kennlinien der Radzangen. Ferner wird in vorteilhafter Weise bei der Berechnung der Druck im Speicher vor dem Bremsvorgang berücksichtigt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind für eine bestimmte Bremsanlage entsprechende Kennlinien abgelegt, die dem gemessenen Bremsdruck einen maximal zulässigen Speicherdruckabfallwert zuordnen. Eine ungelöste Gasmenge äußert sich durch mehr Elastizität in diesem Bereich der Bremsanlage und somit durch einen größeren Volumenverbrauch im Speicher. Daher wird ein Überschreiten des definierten Grenzwertes erkannt und bei mehrmaligem Überschreiten des Grenzwertes bzw. bei Überschreiten durch einen Mittelwert aus mehreren Bremsungen wird eine unzulässige Menge ungelösten Gases erkannt und die entsprechenden Maßnahmen eingeleitet.

Ein anderer Lösungsweg, insbesondere für Bereiche der Bremsanlage, die während des Bremsbetriebs nicht überwacht werden können, besteht darin, daß bei Fahrzeugstillstand, beispielsweise im Rahmen eines sogenannten Predrive-Checks vor Fahrtantritt, aktiv Druck aus der Speicherkammer in wenigstens eine Radbremse eingespeist. Dazu werden die Druckaufbauventile der Radbremse nach einem vorgegebenen Muster, z. B. entsprechend einer Rampe, bestromt und der eingestellte

Druck erfaßt. Danach wird aus der Reaktion des Bremsdruckes und des Speicherdruckabfalls Rückschlüsse auf Gas im System gezogen. Ausführungsbeispiele bezüglich dieser beiden Lösungswege sind in den Fig. 3 bis 5 dargestellt.

Die erfindungsgemäße Lösung wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Rechenprogramm in einem die elektrische Steuereinheit 10 enthaltenden Mikrocomputer durchgeführt.

Bezüglich der Erkennung einer ungelösten Gasmenge im Bereich von Hauptbremszylinder und Pedalwegs- imulator anhand von Plausibilitätsüberlegungen des Bremslichtschalter-, Drucksensor- und Pedalwegsensorsignals sind verschiedene Realisierungen denkbar. Eine bevorzugte Realisierungsform ist in Fig. 2 dargestellt.

Der dort dargestellte Programmteil wird, fehlerfreie Sensoren für den Hauptbremszylinderdruck und den Pedalweg vorausgesetzt, bei Betätigen des Bremspedals und Schließen des Bremslichtschalters eingeleitet und dann zu vorgegebenen Zeitpunkten, beispielsweise in Zeitintervallen von fünf bis 20 msec, wiederholt. Im ersten Schritt 100 des dargestellten Programmteils werden die Meßgrößen des Drucksensors PHZ und des Pedalwegsensors SPED eingelesen. Daraufhin wird im Schritt 102 der gemessene Druckwert mit einem vorgegebenen Druck  $P_{Soll}$  verglichen. Ist der Hauptbremszylinderdruck größer als dieser vorgegebene Druckwert, wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt, so lange die Bremsung andauert. Ist der Hauptbremszylinderdruck kleiner als der vorgegebene Druckwert, so wird im darauffolgenden Abfrageschritt 104 überprüft, ob der gemessene Pedalweg SPED größer als ein dem vorgegebenen Druckwert  $P_{Soll}$  zugeordneter Pedalweg  $SPED_{Soll}$  ist. Ist dies nicht der Fall, wird davon ausgegangen, daß sich kein ungelöstes Gas in diesem Teil des Bremssystems befindet. Ist der Pedalweg jedoch größer als der dem vorgegebenen Druckwert zugeordnete Weg, so wird gemäß Schritt 106 davon ausgegangen, daß eine unzulässige Menge ungelösten Gases sich in diesem Teil des Bremssystems befindet. Entsprechend werden in diesem Fall Warnsignale ausgesendet und ggf. ein Notlauf im Rahmen einer Leistungsbegrenzung oder Geschwindigkeitsbegrenzung eingeleitet. Danach wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

In Fig. 2b ist der Hauptbremszylinderdruck über dem Pedalweg aufgetragen. Der Verlauf des Drucks  $P_{Soll}$  als Funktion des Pedalwegs ist eingetragen. Befindet sich der Hauptbremszylinderdruck oberhalb  $P_{Soll}$ , so ist das System in Ordnung, unterhalb ist von Gas im Bremssystem auszugehen. Darüber hinaus kann bei Überschreiten der Differenz über einen vorgegebenen Maximalwert bzw. bei einem anderen Vorzeichen der Differenz von einem Fehler im Bereich der Sensoren ausgegangen werden.

Zur Erkennung einer unzulässigen Menge ungelösten Gases im Bereich der Radbremsen, Ventilanordnungen und Pumpe ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel anhand des Flußdiagramms nach Fig. 3 und 4 dargestellt.

Je nach Anwendungsfall wird der dargestellte Programmteil während eines Bremsvorgangs bei betätigtem Bremspedal in vorgegebenen Zeitintervallen eingeleitet, oder bei Fahrzeugstillstand ohne Bremsbetätigung, beispielsweise im Rahmen eines Pre-Drive-Checks.

Nach Start des dargestellten Programmteils in den oben bezeichneten Betriebssituationen wird im ersten

Schritt 200 durch entsprechende Ansteuerung der Druckaufbauventile Druck in wenigstens einer Radbremse aufgebaut. Dies erfolgt im Rahmen eines normalen Bremsvorgangs abhängig von dem vom Fahrer durch Betätigen des Bremspedals vorgegebenen Bremswunsch, bei Fahrzeugstillstand nach Maßgabe eines definierten Ansteuerstrommusters, beispielsweise einer zeitlichen Rampe. Danach werden im Schritt 202 der an der wenigstens einen Radbremse erfaßte Druck Prad sowie der im Bereich der Speicherkammer erfaßte Speicherdruck PSP erfaßt und ggf. der Speicherdruck PSPO vor der Bremsung und im darauffolgenden Abfrageschritt 204 überprüft, ob der Bremsdruck stationär ist und die Pumpe nicht angesteuert wird. Dabei gilt ein stationäres Druckniveau als erreicht, wenn sich der Bremsdruck in einem vorgegebenen Toleranzbereich eingeschwungen hat, die Ansteuerung der Aufbauventile im Sinne eines Druckaufbaus beendet werden oder nach Beginn des Druckaufbaus eine vorbestimmte Zeit abgelaufen ist. Ist eine der im Schritt 204 abgefragten Bedingungen nicht erfüllt, so wird gemäß Schritt 206 überprüft, ob der Druckaufbauvorgang im Sinne eines Druckabbaus abgebrochen wird. Ist dies der Fall, wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt. Andernfalls wird der Programmteil mit Schritt 200 und einem fortgesetzten Druckaufbau gemäß den Vorgaben weitergeführt. Wurde in Schritt 214 erkannt, daß bei fehlender Pumpenansteuerung stationäres Druckniveau erreicht worden ist, so wird gemäß Schritt 208 aufgrund des erreichten Bremsdrucks Prad nach Maßgabe eines vorgegebenen Kennfeldes oder einer Modellberechnung der maximal zulässige Speicherdruckabfall  $PSP_{min}$  abgeleitet. Im darauffolgenden Schritt 210 wird überprüft, ob der gemessene Speicherdruckwert PSP bzw. der Druckabfall als Differenz zwischen dem Ausgangs- und dem Enddruck ( $PSP_0 - BSP$ ) kleiner als der maximal zulässige Speicherdruckabfall  $PSP_{min}$  ist. Ist dies der Fall, so wird in dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Schritt 212 ein Zähler Z inkrementiert, während im gegenteiligen Fall gemäß Schritt 214 der Zähler Z dekrementiert wird. Nach den Schritten 212 und 214 wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

Der in Fig. 3 verwendete Zähler Z dient zur statistischen Auswertung des Vergleichsergebnisses. Zur Erkennung einer unzulässig großen Menge ungelösten Gases im Bremssystem wird daher gemäß der Vorgehensweise nach Fig. 4 zu vorgegebenen Zeitpunkten gemäß Schritt 300 der Zählerstand Z eingelesen und im darauffolgenden Schritt 302 mit einem Maximalwert verglichen. Ist der Maximalwert nicht erreicht, wird der in Fig. 4 dargestellte Programmteil beendet, andernfalls bei Erreichen des Maximalwerts gemäß Schritt 304 auf eine unzulässig große Menge ungelösten Gases im Bremssystem geschlossen, ein Warnsignal erzeugt und ggf. ein Notlaufbetrieb eingeleitet. Nach Schritt 304 wird der Programmteil beendet.

Neben der Verwendung eines Zählers, der bei Überschreiten des maximalen Speicherdruckabfalls inkrementiert, bei Unterschreiten dekrementiert wird, kann in anderen Ausführungsbeispielen eine andere statistische Auswertungsmethode eingesetzt werden. Beispielsweise wird in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen erfaßt und bei Vorliegen einer bestimmten Anzahl davon ausgegangen, daß sich ungelöstes Gas im Bremssystem befindet. In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel werden Mittelwerte des Speicherdrucks bzw. -ab-

falls und des maximalen Speicherdruckabfalls für mehrere Bremsungen bzw. mehrere Pre-Drive-Checks gebildet und anhand der Mittelwerte die Gaserkennung durch Vergleich der Meßwertmittelwerte mit dem Grenzwertmittelwert ermittelt.

Die in den Fig. 3 und 4 dargestellte Vorgehensweise wird in Fig. 5 anhand von Zeitverläufen verdeutlicht. Dabei zeigt Fig. 5a den zeitlichen Verlauf des Bremsdruckes in einer Radbremse, während Fig. 5b den zeitlichen Verlauf des Speicherdruckes darstellt. Zu einem Zeitpunkt T0 beginnt der Druckaufbau an wenigstens einer Radbremse gemäß der Darstellung nach Fig. 5a. Zum Zeitpunkt T1 sei von einem stationären Druckniveau des Bremsdruckes ausgegangen. Analog zum Bremsdruckaufbau gemäß Fig. 5a fällt der Speicherdruck gemäß Fig. 5b von einem Maximalwert PSPmax zum Zeitpunkt T0 auf einen Wert zum Zeitpunkt T1 ab. Dieser Wert liegt bei einer unzulässig großen Menge ungelösten Gases im Bremssystem gemäß der durchgezogenen Linie, unterhalb des dem Bremsdruck zum Zeitpunkt T1 zugeordneten maximalen Druckabfall PSPmin, während er bei fehlerfreiem Betrieb gemäß der strichpunktierten Darstellung oberhalb dieses Grenzwertes liegt.

Die Bestimmung des maximal zulässigen Speicherdruckabfalls ist neben den oben genannten Betriebsgrößen wie Temperatur, Entladekennlinie, Druck-/Volumen-Kennlinie der Radzangen auch abhängig von der Anzahl der Radbremsen, in denen der Bremsdruck aufgebaut wird. So kann beispielsweise während eines Bremsvorgangs der Bremsdruckaufbau an allen Radbremsen vorgenommen werden, so daß bei der Bestimmung des Grenzwertes das Volumen aller Radbremsen herangezogen werden muß. Andererseits kann bei Fahrzeugstillstand bzw. im Rahmen eines Pre-Drive-Checks nur eine oder eine vorgegebene Auswahl von Radbremsen mit Druckmittel versorgt werden. In diesem Fall muß bei der Bestimmung des maximalen Druckabfallwertes die Anzahl der Radbremsen, in denen Druck aufgebaut wird, berücksichtigt werden.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird aus vorbestimmten, gespeicherten Werten für die Differenz zwischen maximalem und tatsächlichem Speicherdruckabfall der Gasgehalt als Mengenangabe und/oder Volumenangabe ermittelt.

Wird eine unzulässige Menge ungelösten Gases in der Hydraulikflüssigkeit erkannt, so wird der Fahrer über den nur begrenzt zur Verfügung stehenden Notbremskreis informiert, in einigen vorteilhaften Ausführungsbeispielen durch Leistungsbeschränkung, Geschwindigkeitsbeschränkungen etc. alternativ oder ergänzend gezwungen, eine Werkstatt aufzusuchen, um die Bremsanlage zu entlüften.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein Druckmeßwert zur Auswertung herangezogen. In anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel wird die beschriebene Überprüfung auf der Basis anderer, die von der Bremse ausgeübte Kraft repräsentierenden Größen, wie z. B. die Zuspannkraft, gemessen und zur Überprüfung im Sinne der erfindungsgemäßen Lösung ausgewertet.

Ferner wird in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel nicht der Speicherdruck mit einem Grenzwert verglichen, sondern wie oben erwähnt die Differenz zwischen dem Ausgangsdruck im Speicher und dem bei stationärem Druckniveau erreichten mit einem entsprechenden Grenzwert verglichen. Damit kann

auch ein nicht voll gefüllter Speicher berücksichtigt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, wobei durch elektrische Steuerung an wenigstens einer Radbremse Druck auf- oder abgebaut wird, dadurch gekennzeichnet, daß zu Überprüfungszwecken in wenigstens einer Betriebssituation, in der Druck aufgebaut wird, wenigstens eine diesen der Druckaufbau charakterisierende Größe aufzulässige Grenzen überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die charakterisierende Größen das Signal eines Bremspedalschalters, des Drucks im Hauptbremszylinder und ein den Pedalweg kennzeichnendes Signal ist, wobei ungelöstes Gas in der Bremsanlage erkannt wird, wenn bei einem bestimmten Hauptbremszylinderdruck sich eine Verlängerung des Pedalwegs ergibt.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ungelöstes Gas in der Bremsanlage dann erkannt wird, wenn der tatsächliche Speicherdruckabfall einen maximal zulässigen Wert übersteigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der maximal zulässige Speicherdruckabfall aus einem Modell oder einem Kennfeld abhängig von Temperatur, Entladekennlinie und den Druck-Volumen-Kennlinien der Radzangen, ggf. der Anzahl der mit Bremsdruck versorgten Radbremsen berechnet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ungelöstes Gas in der Bremsanlage erkannt wird, wenn der maximal zulässige Speicherdruckabfall mehrmals, ausreichend häufig oder im Mittel mehrerer Bremsungen überschritten wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung des Speicherdruckabfalls bei jeder elektrisch gesteuerten Bremsung erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung des Speicherdruckabfalls bei Fahrzeugstillstand, beispielsweise im Rahmen eines sogenannten Pre-Drive-Checks vor Fahrtantritt vorgenommen wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachung des Speicherdruckabfalls nur dann erfolgt, wenn die Hilfsdruckquelle (Pumpe) der Bremsanlage nicht arbeitet.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsanlage eine elektrohydraulische Bremsanlage ist, bei der im Fehlerfall des elektrischen Systems auf eine rein hydraulische Steuerung übergegangen wird.
10. Vorrichtung zur Überprüfung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, mit einer elektronischen Steuereinheit, die in wenigstens einer Radbremse durch Ansteuersignale Druck auf- oder abbaut, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinheit zu Überprüfungszwecken in wenigstens einer Betriebssituation, in der Druck aufgebaut wird, we-

nigstens eine für den Druckaufbau charakteristische Größe auf das Überschreiten vorgegebener Grenzwerte hin überprüft.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



- Leerseite -

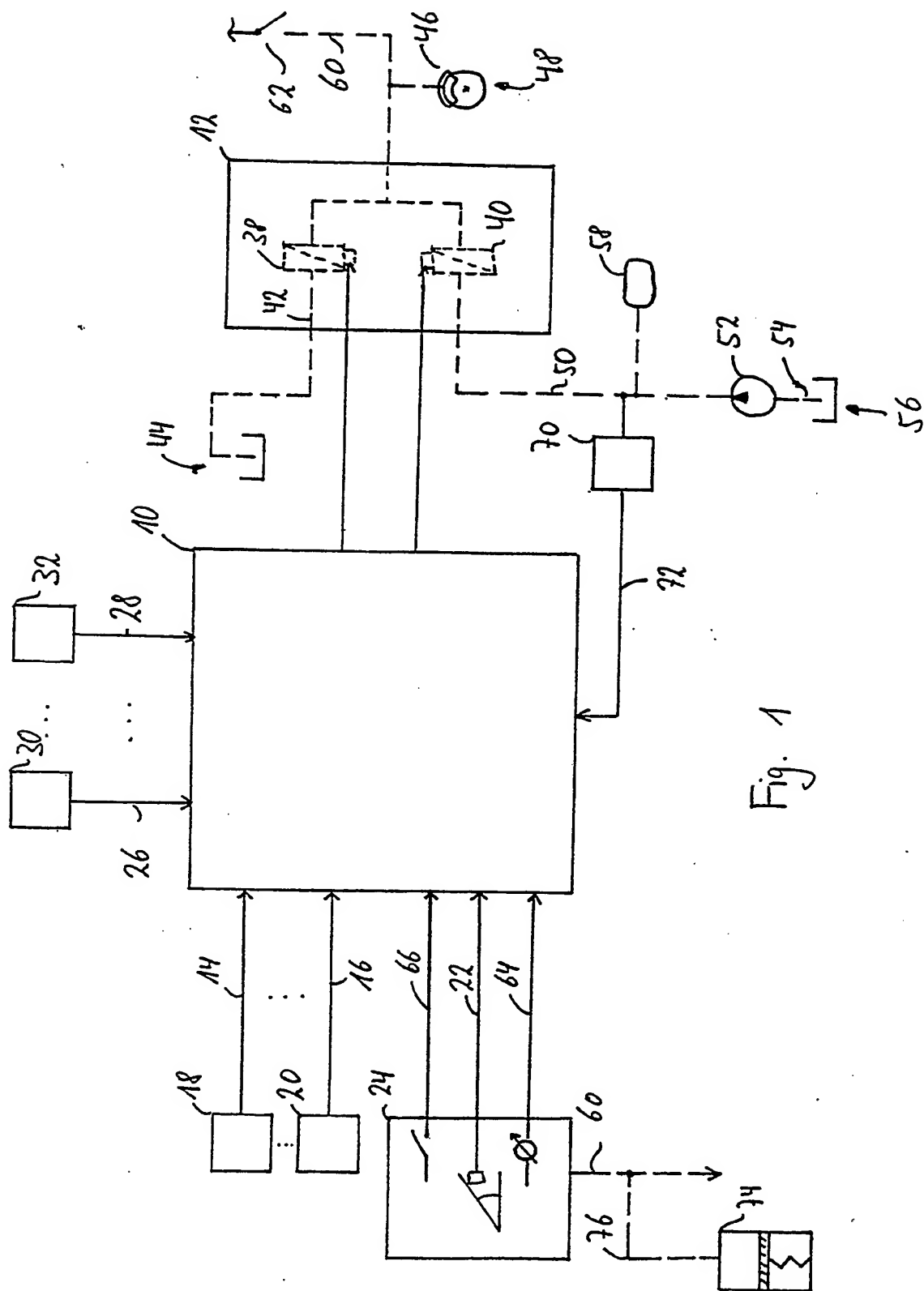


Fig. 1

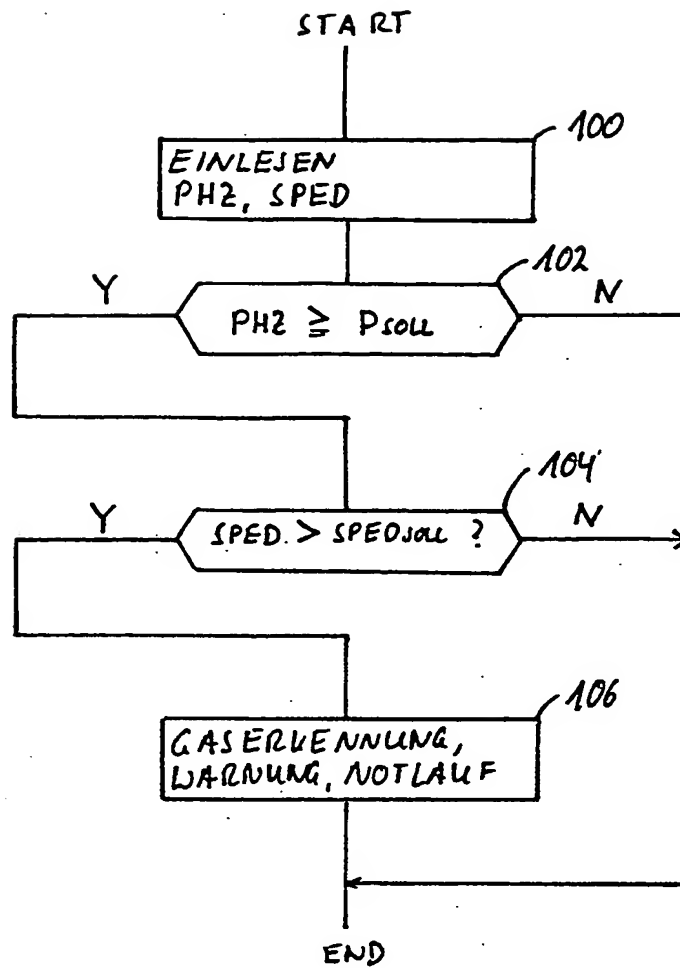


Fig. 2a

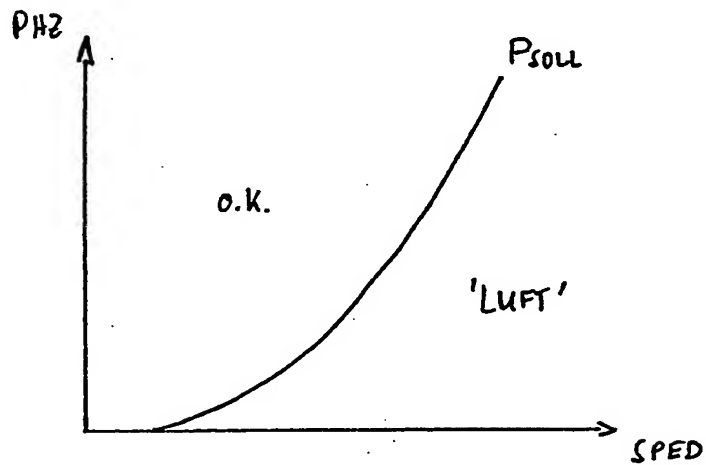


Fig. 2b

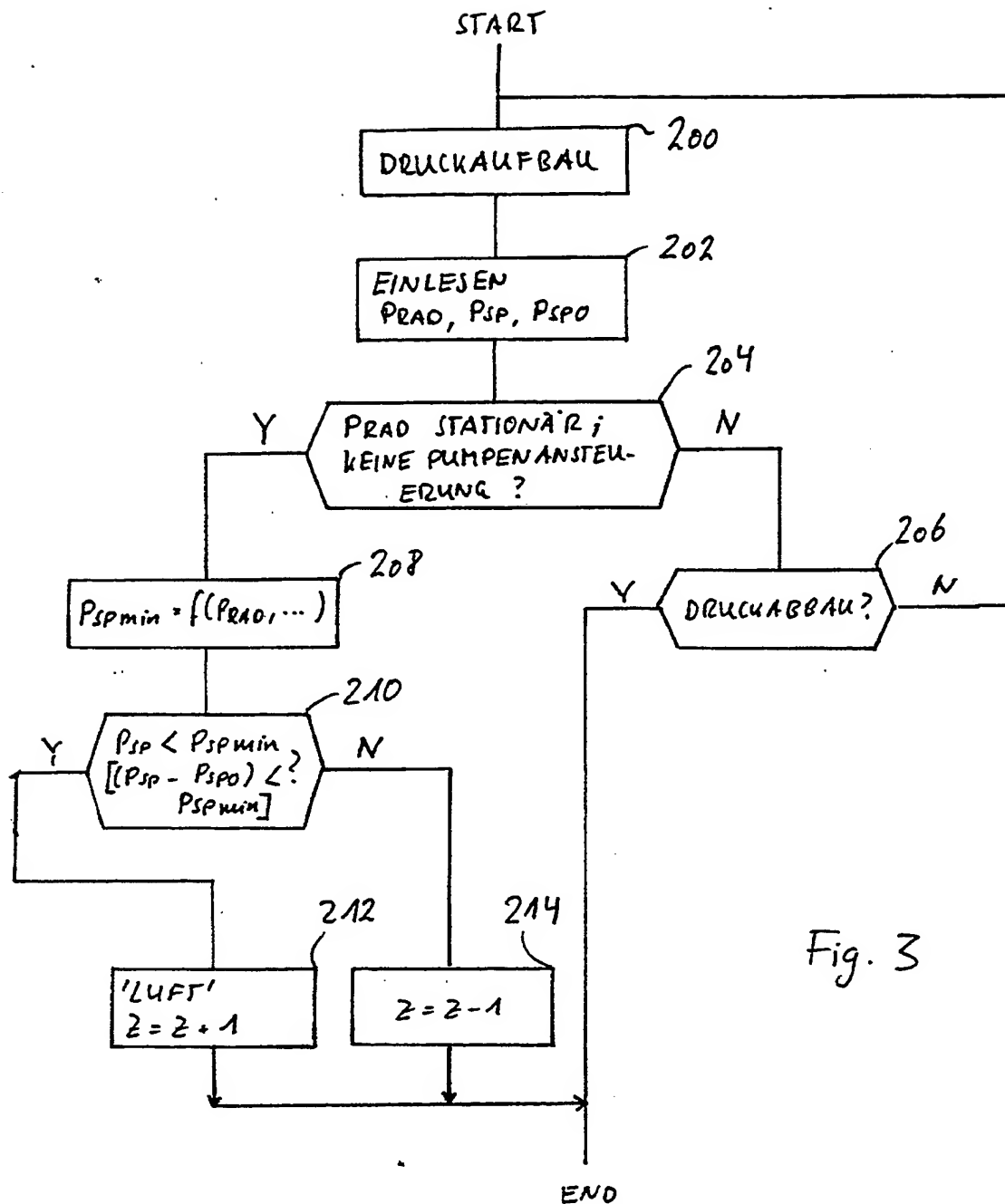


Fig. 3

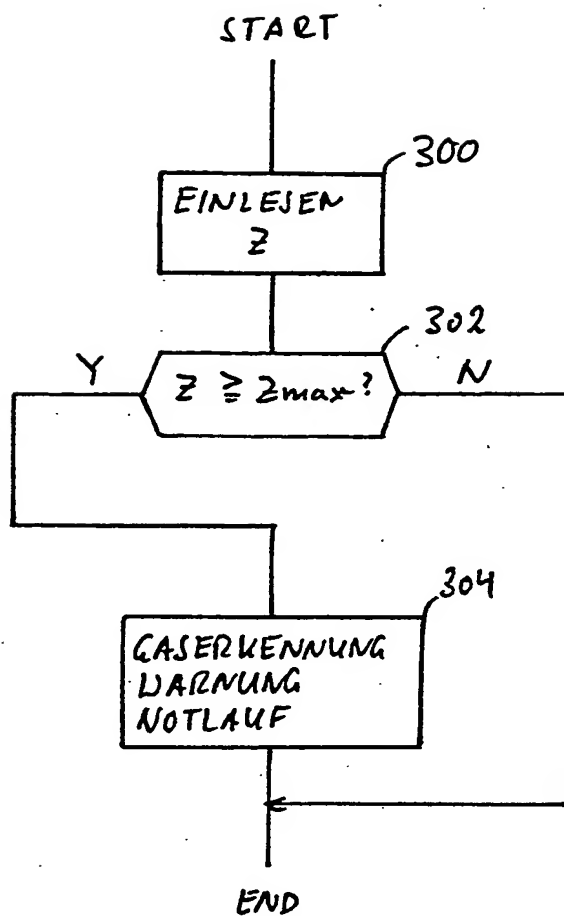


Fig. 4

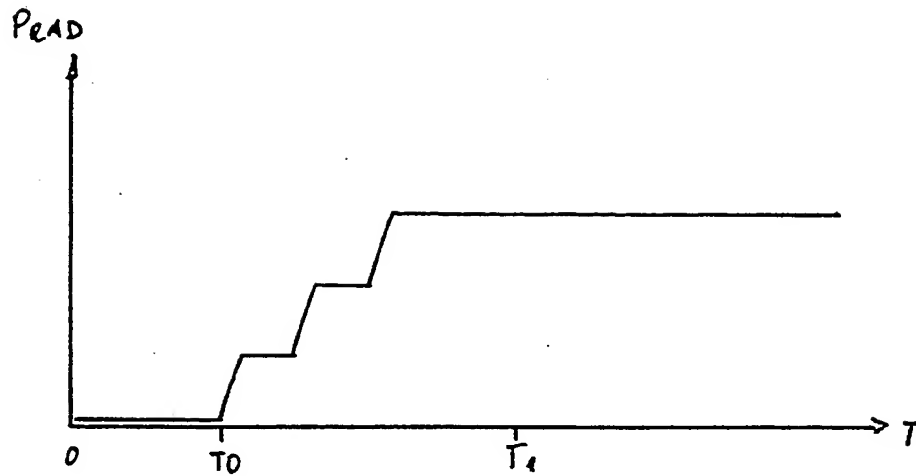


Fig. 5a

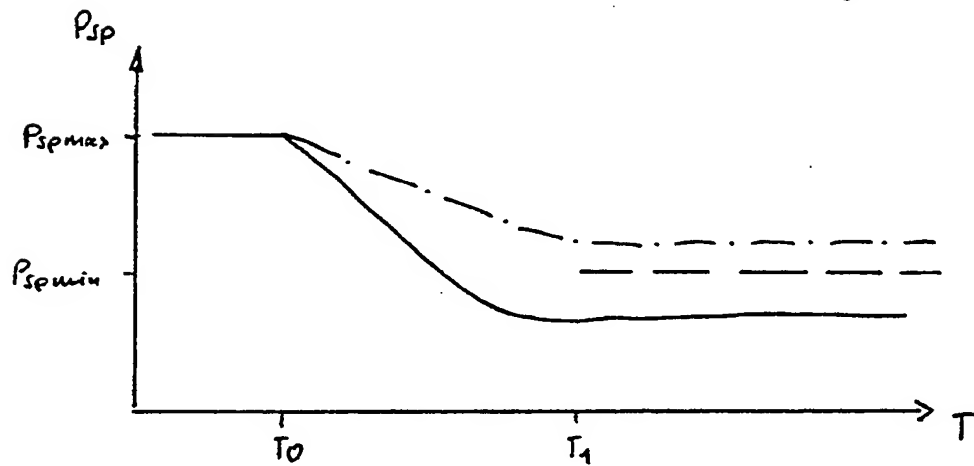


Fig. 5b